

## 地表地震断層の摩擦特性測定実験

### Frictional property of earthquake rupture surfaces in soft basement rock

桑原 保人<sup>1\*</sup>, 丸山 正<sup>1</sup>

Yasuto Kuwahara<sup>1\*</sup>, Tadashi Maruyama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>産総研

<sup>1</sup>AIST, GSJ

#### 1. はじめに

2008年岩手・宮城内陸地震では、地表に現れた地震断層のすべり量が10?30cmであった地点でトレンチ調査を行った結果、過去に発生した地震の時には同じ断層面で約2mのすべりを伴っていたことが明らかになった(丸山・他, 2010)。これと同様に、同じ断層上で地震毎にすべり量が大きく異なる現象として2004年中越地震がある。この地震では、震源域内の六日町盆地西縁断層沿いで約10cmのすべり量の地表地震断層が出現した地点でのトレンチ調査によって、1.5mのすべり量をもつ地震が過去に2回以上あったことが確認されている(Maruyama et al., 2007)。一方、これら2つの地震は、地震波や地殻変動の解析から、いずれも地下数kmでは2m程度のすべりがあったことが報告されている(例えば、Kamae et al., 2005)。これらの事実は、上部地殻全体を断ち切るような比較的大きな地震でも、地表地震断層のすべりが数mに及ぶ場合と著しく小さくなる場合があることを示したものであり、活断層評価で地震の危険度を推定する際に大きな問題を投げかけている。

上記のような地震毎に地表地震断層のすべりに大きな違いが生じる原因として、地下深部でのすべりのわずかな差が、浅部の断層面の摩擦特性や岩盤物性の影響、地殻応力場のわずかな違い等によって、地表地震断層でのすべりの大きな差となる可能性が考えられる。しかし、これまでの地表地震断層のすべり様式に関する考察では、地表付近に比較的厚く存在する軟岩の物性や断層面の摩擦特性の影響を考慮することはほとんどなされていなかった。これは軟岩に関するこれらのデータがほとんど存在しなかったことが一因と考えられる。今回は、岩手・宮城内陸地震のトレンチ調査現場から採取された軟岩の断層面を対象として、摩擦特性を測定する機会を得たのでその結果について報告する。

#### 2. 浅部の地震断層面試料の特徴

岩手宮城震源域中央付近の柵木立地区で実施した地表地震断層を横切るトレンチ壁面には、火山礫凝灰岩とそれを覆う段丘堆積物を変位させる逆断層が出現した。ここでは、火山礫凝灰岩を切断する地震断層面を含む10cm立方程度の試料および断層近傍の上盤・下盤試料を合計30個程度採取した。上盤・下盤試料の物性値には多少の差はあるが、両者ともに軟岩に区分されるものであり、湿潤状態での密度、間隙率、P波、S波速度はそれぞれ、約1.6g/cm<sup>3</sup>、50%、1.7km/s、0.3km/sである。また断層に沿っては、厚さ1-10mmで濃い茶色の細粒ガウジが見られる。

#### 3. 摩擦強度・圧縮強度の測定方法

上記試料について、断層面摩擦強度、摩擦の変位量依存性等の摩擦特性を測定するため、一面せん断と呼ばれる試験を8試料について行った。1回の実験でのすべり量は圧縮のバランス等を考慮し1cmとした。また、一面せん断を100回程度往復させる繰り返し実験を行うことで積算のすべり量を大きくし、実際の地震時の1m程度の大変位を擬似的に再現する試みを行った。上盤試料についても同じ条件で一面せん断を3試料実施し、断層面との強度の比較を行った。法線応力は0.1-0.6MPaの範囲で変化させ、摩擦係数と凝着力を推定した。また試験方法による影響を見るため、上盤・下盤試料については、圧密排水条件のもと、封圧0.1-0.4MPaで三軸圧縮試験による圧縮強度測定を6試料について行った。

#### 4. 結果

地震断層面の一面せん断試験の結果では、摩擦係数については0.27?0.38の値を示す。この結果は、低応力下における硬岩の標準的な摩擦係数0.85(Byerlee, 1978)に比べ著しく小さいと言える。凝着力は14?64kPaに分布する。一方、一面せん断による上盤・下盤試料の摩擦係数は約0.2、凝着力が約200kPaであった。これらの結果から、比較的浅部の軟岩の断層面の強度は上盤・下盤岩石に比べ十分弱い状態であり、両者のすべり強度の差は主に凝着力の差に起因していることが分かる。なお、大変位量を模擬した繰り返し実験では、8例中4例は変位の増大とともに摩擦係数が20?50%程度減少し、他の4例はほとんど変化しなかった。このことから、摩擦の変位量依存性は特に大きいとは言えないようである。

三軸試験による結果では、上盤試料と下盤試料の強度に大きな差は無く、内部摩擦係数は0.8、凝着力は約30kPaであった。この結果は、一面せん断試験による摩擦係数と三軸試験による内部摩擦係数の値は大きく異なっていることを示す。この差は試験方法の違いによる破壊様式の違いに起因すると考えられる。

今後は、これらのデータを用いて地表地震断層のすべりの多様性に関する数値シミュレーションを行っていく予定である。

キーワード: 地表地震断層, すべりの多様性, 摩擦特性, 一面せん断試験

Keywords: surface earthquake fault, variability of surface slip, frictional property, box shear test